

# 圧縮機駆動装置及び冷凍空調装置

## APPARATUS FOR DRIVING A COMPRESSOR AND A REFRIGERATING AIR CONDITIONER

### Background of the Invention

本発明は、圧縮機駆動装置及び冷凍空調装置に係り、特に蒸気圧縮冷凍サイクルに用いる圧縮機駆動装置及びこれを搭載した空気調和機、冷蔵庫、冷凍庫などの冷凍空調装置に好適なものである。

—{0002}—

#### 【従来の技術】

従来技術 1 の圧縮機駆動装置としては、特開平 5-211796 号公報に開示されたものがある。この圧縮機は、交流電源をコンバータに供給することにより直流電圧を得、この直流電圧をインバータに供給することにより三相交流電圧を得、さらにこの三相交流電圧をブラシレス DC モータの電機子巻線に供給するようにしたものである。そして、この圧縮機では、誘起電圧検出部によりブラシレス DC モータの誘起電圧を検出して間接的に磁極位置を検出し、運転周波数指令値および誘起電圧検出部からの検出信号を入力としてインバータ制御部によりインバータに電流制御あるいは電圧制御、速度制御等を行なうためのインバータ制御信号を供給するようにしている。なお、当該ブラシレス DC モータは回転子鉄心に永久磁石を設けて構成されている。

—{0003}—

従来技術 2 の空気調和装置としては、特開 2001-3864 号公報に開示されたものがある。この空気調和装置は、圧縮機と凝縮器と絞り装置と蒸発器とを冷媒配管で接続した冷凍サイクルを備えた空気調和装置において、前記圧縮機を

駆動する始動時に誘導電動機として始動すると共に同期回転数近くで同期引込みを行って同期運転を行なう永久磁石組込誘導電動機と、この永久磁石組込誘導電動機に電力を供給する 3 相電源と前記永久磁石組込誘導電動機間を接続する 3 相回路の各相に双方向性を有するスイッチング素子と、商用電源周波数の  $1/(6n+1)$  ( $n$  は正の整数) で間欠的に前記スイッチング素子を導通させる制御手段とを備えるようにしたものである。

~~【0004】~~

従来技術 3 の永久磁石電動機としては、特開平 9-322444 号公報に開示されたものがある。この永久磁石電動機は、ロータに永久磁石及びかご形導体を設け、電動機本体に一体に設けられたインバータ装置により運転制御することができるものである。そして、この従来技術 3 には、ロータにかご形導体が設けられているので、インバータ装置が故障したような場合には、商用電源で直接運転すると、誘導電動機として始動可能であると共に運転可能である旨が記載されている。

~~【0005】~~

~~【特許文献 1】~~

~~特開平 5-211796 号公報~~

~~【特許文献 2】~~

~~特開 2001-3864 号公報~~

~~【特許文献 3】~~

~~特開平 9-322444 号公報~~

~~【0006】~~

~~【発明が解決しようとする課題】~~

上述した従来技術 1 では、ブラシレス DC モータを用いることにより三相誘導電動機に比較して高効率となるが、ブラシレス DC モータを始動および駆動するために、ブラシレス DC モータの誘起電圧を検出して間接的に磁極位置を検出し、インバータ装置を制御することが必要であり、インバータ装置の制御が複雑となり、高価になってしまうという課題があった。また、従来技術 1 では、交流電源から単にインバータ装置を介してブラシレス DC モータに電力を供給するよう

にしているため、インバータ装置が故障した場合にブラシレスＤＣモータの運転を継続することができないという課題があった。

—【０００７】—

また、上述した従来技術２では、単に各相に設けた双方向性を有するスイッチング素子を制御手段で間欠的に導通させるように制御するものであるため、きめ細かな制御が難しいという課題があった。また、従来技術２では、交流電源から単に双方向性スイッチング素子を介して永久磁石組込誘導電動機に電力を供給するようにしているため、双方向性スイッチング素子が故障した場合に永久磁石組込誘導電動機の運転を継続することができないという課題があった。

—【０００８】—

また、上述した従来技術３は、電動機に関するものであって圧縮機駆動装置及び冷凍空調装置に関しては何等開示されていなかった。また、従来技術３では、インバータ装置が故障した場合に、インバータ装置を取り外して商用電源に直接接続し直すことが必要となり、極めて面倒な作業を伴うことが想定される。

—【０００９】—

本発明の目的は、安価なインバータ制御を用いて始動性が良好でかつ高効率な運転が可能な圧縮機駆動装置及び冷凍空調装置を得ることにある。

—【００１０】—

本発明の他の目的は、安価なインバータ制御を用いて始動性が良好でかつ高効率な運転が可能であると共にインバータ装置が故障しても容易に商用電源による運転を行なうことが可能な信頼性の高い圧縮機駆動装置及び冷凍空調装置を得ることにある。

—【００１１】—

本発明のその他の目的と有利点は以下の記述から明らかにされる。

—【００１２】—

*Brief Summary of the Invention*  
【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明は、流体を吸い込んで圧縮する圧縮機構部及び前記圧縮機構部を駆動する電動機を有する圧縮機と、前記電動機を可変速度で駆動するインバータ装置とを備えた圧縮機駆動装置において、前記電動機は回

転子にかご型導体及び着磁された永久磁石を有する自己始動式電動機で構成し、前記インバータ装置は前記電動機の駆動周波数を制御する複数の半導体スイッチを有して構成したものである。

~~—{0013}—~~

前記他の目的を達成するために、本発明は、流体を吸い込んで圧縮する圧縮機構部及び前記圧縮機構部を駆動する電動機を有する圧縮機と、前記電動機を可変速度で駆動するインバータ装置と、前記圧縮機及び前記インバータ装置の接続を切替える切換手段とを備えた圧縮機駆動装置において、前記電動機は回転子にかご型導体及び着磁された永久磁石を有する自己始動式電動機で構成し、前記切換手段は前記電動機を商用電源による定速度及び前記インバータ装置による可変速度のいずれでも運転可能に切換えられるように構成したものである。

## Brief Description of the Several Views of the Drawing

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例を示す空気調和機の構成図である。

【図 2】

図 1 の空気調和機におけるスクロール圧縮機の縦断面図である。

【図 3】

図 2 の圧縮機における電動機の横断面図である。

【図 4】

図 1 の空気調和機における圧縮機駆動装置のインバータ装置通電時の回路図である。

【図 5】

図 1 の空気調和機における圧縮機駆動装置のインバータ装置非通電時の回路図である。

【図 6】

図 4 に示すインバータ装置の回路図である。

## Detailed Description of the Invention

以下、本発明の一実施例に係る容量制御形スクロール圧縮機及びこれを搭載した空気調和機について図を参照しながら説明する。

〔0016〕

まず、本実施例の空気調和機について図1を参照しながら説明する。

〔0017〕

この空気調和機は、圧縮機10、四方弁19、室外熱交換器14、室外膨張装置15、アキュムレータ13、室外送風装置18、インバータ装置12及び室外制御手段24aで構成される室外機21と、室内膨張装置16、室内熱交換器17、室内送風装置20及び室内制御手段24bで構成される室内機22とを備えて構成される。室外制御手段24aと室内制御手段24bは、制御手段24（図4参照）を構成する。

〔0018〕

この空気調和機の主要部を構成する冷凍サイクルは、圧縮機10、冷房運転サイクルや暖房運転サイクルなどに切換える四方弁19、凝縮器または蒸発器を構

成する室外熱交換器 14、減圧装置を構成する室外膨張装置 15、減圧装置を構成する室内膨張装置 16、蒸発機器または凝縮器を構成する室内熱交換器 17、アキュムレータ 13 を冷媒配管で接続することにより形成される。

#### ~~【0019】~~

冷房運転時には、四方弁 19 が実線に示すように動作し、圧縮機 10、四方弁 19、室外熱交換器 14、全開状態の室外膨張装置 15、室内膨張装置 16、四方弁 19、室内熱交換器 17、アキュムレータ 13 及び圧縮機 1 の順に冷媒を流す冷房サイクルが構成される。

#### ~~【0020】~~

暖房運転時には、四方弁 19 が点線に示すように動作し、圧縮機 10、四方弁 19、室内熱交換器 17、全開状態の室内膨張装置 16、室外膨張装置 15、室外熱交換器 14、四方弁 19、アキュムレータ 13 及び圧縮機 1 の順に冷媒を流す暖房サイクルが構成される。

#### ~~【0021】~~

係る空調機における圧縮機駆動装置について図 2 から図 6 を参照しながら説明する。

#### ~~【0022】~~

圧縮機駆動装置は、図 4 及び図 5 に示すように、圧縮機 10、インバータ装置 12、切換手段 23、制御手段 24、操作装置 25 を備えて構成されている。圧縮機 10 はスクロール圧縮機で構成されている。

#### ~~【0023】~~

圧縮機 10 を構成する固定スクロール 1 は、図 2 に示すように、円板状に形成された鏡板 1a と、この鏡板 1a に渦巻き状に立設されたラップ部 1b とを備えて構成されている。鏡板 1a の中央部には吐出穴 1c が形成されている。そして、固定スクロール 1 は、ボルト等によりフレーム 3 に固定されている。固定スクロール 1 と一体となったフレーム 3 は溶接手段等により密閉容器 7 に固定されている。従って、固定スクロール 1 はフレーム 3 を介して密閉容器 7 に固定されることとなる。

#### ~~【0024】~~

旋回スクロール2は、円板状の鏡板2aと、この鏡板2aに渦巻き状に立設されたラップ部2bと、鏡板2aの背面中央に設けられたボス部2cとを備えて構成されている。そして、旋回スクロール2は、固定スクロール1に対向して組み合わされて配置され、フレーム3内に旋回可能に設けられている。

#### 〔0025〕

密閉容器7は、固定スクロール1、旋回スクロール2及びフレーム3等からなる圧縮機構部9と、固定子8a、回転子8b等からなる電動機8と、これらの摺動部に供給される潤滑油（図示せず）とを内部に収納した密閉構造になっている。圧縮機構部9と電動機8とは上下に配置されている。密閉容器7は、圧縮機構部9の吐出穴1cを通して吐出される圧縮流体（本実施例では冷凍サイクル用として用いられる冷媒のガス）による高圧に耐えられるようになっている。

#### 〔0026〕

電動機8の回転子8bに固定された駆動軸6は、フレーム3に軸受4、5を介して回転自在に支持され、固定スクロール1の軸線と同軸となっている。この駆動軸6の先端には、駆動軸6の軸線に対して偏心されたクランク6aが設けられている。このクランク6aには、旋回軸受を介して旋回スクロール2のボス部2cが回転可能に取り付けられている。このとき、旋回スクロール2は軸線が固定スクロール1の軸線に対して所定距離だけ偏心した状態となっており、駆動軸6が回転することによって旋回スクロール2が旋回運動する。

#### 〔0027〕

旋回スクロール2の旋回運動により、両ラップ部1b、2b間に形成される複数の三日月形状の圧縮室は、中央部に移動して連続的に容積が縮小され、中央部に至って吐出穴1cに連通されると共に相互に連通されるように構成されている。

#### 〔0028〕

吸入口7aは、圧縮される作動流体の吸込み部を構成し、最外周の圧縮室と連通するように構成されている。また、吐出穴1cは、圧縮された作動流体の吐出部を構成し、固定スクロール1の鏡板1aの中心部に穿設して構成されている。吐出口7bは、圧縮された作動流体の密閉容器7外への吐出部を構成し、密閉容

器7内から外部に突出するように構成されている。

#### {0029}

電動機8に通電されて駆動軸6が回転駆動されると、駆動軸6のクランク6aが偏心回転され、このクランク6aの偏心回転が旋回軸受を介して旋回スクロール2に伝えられる。この結果、旋回スクロール2は、固定スクロール1の軸線を中心に、所定距離の旋回半径をもって旋回運動される。

#### {0030}

この旋回スクロール2の旋回運動によって、各ラップ部1b、2bの間にできる圧縮室は中央に移動するに従い連続的に縮小し、吸入口7aから吸入された作動流体が順次圧縮され、所定圧力に圧縮された作動流体が吐出穴1cから密閉容器7内に吐出される。吐出された作動流体は固定子8a、回転子8bの周囲を通り密閉容器7内全体に満たされる。密閉容器7内の作動流体は吐出口7bを通り密閉容器7外の冷凍サイクルに導かれる。

#### {0031}

電動機8は、図3に示すように、自己始動式電動機で構成されている。固定子8aは、内周近傍に等間隔に多数のスロットを形成すると共に、このスロット内に3相巻線8cを有している。回転子8bは、2極に着磁された永久磁石8dと、外周近傍に等間隔に多数の導体を埋設したかご形導体8eとを同一回転子に備えて構成されている。永久磁石8dの各磁極は複数の磁石に分割して構成され、3個のN極磁石と3個のS極磁石とが円周状になるように形成されている。

#### {0032}

圧縮機10は、図4及び図5に示すように、切換手段23及びインバータ装置12を介して3相交流の商用電源11に接続される。

#### {0033}

インバータ装置12は、図6に示すように、交流電源11からの交流電圧をコンバータ部222aで直流にし、直流/交流変換器であるインバータ部221aを制御手段24で交流周波数として制御し、これによって圧縮機10を回転数可変に駆動する。コンバータ部222aは複数の整流素子222がブリッジ結線されて構成されている。インバータ部221aは、スイッチング素子221UP、



221UN、221VP、221VN、221WP、221WNが三相ブリッジ結線され、これらの素子にフライホイール素子223が接続されて構成された電力変換手段である。

#### 【0034】

コンバータ部222aとインバータ部221aとの間には平滑用コンデンサ251が接続されている。また、コンバータ部222aとインバータ部221aとは、マグネットスイッチ253及び力率用リアクトル252を直列に介して接続されている。マグネットスイッチ253の接点間には突入抑制抵抗244が接続されている。

#### 【0035】

制御手段24は、制御手段を駆動するための電源回路233、インバータ部221aを駆動するためのドライバ回路232、インバータ装置12の温度（図示例では第1の基板220の温度）を検出するための温度検出機構261、インバータ部221aに供給される直流電圧を検出するための電圧検出機構260、インバータ部221aから圧縮機10に供給される電流を検出するための電流検出機構234が接続されている。

#### 【0036】

第1の基板220には、コンバータ部222a、インバータ部221a及び温度検出機構261が搭載されている。第2の基板230には、電源回路233、ドライバ回路232、電圧検出機構260、電流検出機構234及びインターフェイス用コネクタ229が搭載されている。

#### 【0037】

制御手段24はインターフェイス241を通してサイクル制御基板254に搭載された装置に接続されている。インターフェイス241はインターフェイス用コネクタ242及びフォトカプラ243を備えて構成され、第3の基板240に搭載されている。

#### 【0038】

切換手段23は、図4及び図5に示すように、2個の切換スイッチ23a、23bとバイパス配線23cとを備えて構成されている。切換スイッチ23aは圧

縮機 10 をインバータ装置 12 とバイパス配線 23 c とに切換接続し、切換スイッチ 23 b は商用電源 11 をインバータ装置 12 とバイパス配線 23 c とに切換接続するように構成されている。即ち、切換手段 23 は圧縮機 10 を商用電源による定速度運転とインバータ装置による可変速度運転とに切換えるように構成されている。

#### —{0039}—

制御手段 24 は、空気調和機の使用者が操作する操作装置 25 や空気調和機の運転状態を検出する検出センサなどの信号に基づいてインバータ装置 12 及び切換手段 23 を制御すると共に、インバータ装置 12 の故障を検出して切換手段 23 を制御するように構成されている。操作装置 25 はリモコンなどで構成され、検出センサは室内温度、室外温度、冷凍サイクルの各部温度、室内湿度などを検出するセンサで構成されている。

#### —{0040}—

通常、圧縮機 10 はインバータ装置 12 を介して商用電源 11 に接続されて運転される。従来技術 1 の圧縮機では、ブラシレス D C モータを駆動するインバータ装置を制御するために、回転子の磁極位置を検知し、磁極位置と固定子巻線により発生する磁極位置の関係が最適になるように電流位相を制御する機能を必要とする。

#### —{0041}—

しかし、本実施例では、インバータ装置 12 は必ずしも電流位相制御機能を有していなくても良い。即ち、電動機 8 は、始動から同期回転に到達するまでの間、3 相巻線 8 c 及びかご形導体 8 e の働きにより誘導電動機として運転し、同期回転に到達すると 3 相巻線 8 c 及び永久磁石 8 d の働きにより同期電動機として運転される。このため、インバータ装置 12 の電流位相制御と電動機 8 のマッチングが不要であり、インバータ装置 12 の制御が簡素化できると共に、圧縮機 10 の始動不良も発生しにくい。また、電動機 8 は、同期回転で運転中、回転子 8 b に 2 次電流が発生しないので、効率よく運転できるとともに、滑りが 0 であるため能力向上に効果がある。また、インバータ装置 12 により同期回転数を変化させることで圧縮機 10 の容量制御を行なうことができる。

#### 〔0042〕

インバータ装置 12 が故障した場合には、温度検出機構 261、電圧検出機構 260 及び電流検出機構 234 で検出して制御手段 24 を動作させて、図 5 に示すように切換手段 23 を切換え、圧縮機 10 を商用電源 11 に直接接続されるようにする。これにより、定速型圧縮機として圧縮機 10 の運転を継続することが可能である。即ち、インバータ装置 12 は、インバータ装置 12 の故障を検出し、これに基づいて切換スイッチ 23a、23b をインバータ装置 12 側からバイパス配線 23c 側に自動的に切換えて接続する。

#### 〔0043〕

##### 〔発明の効果〕

上述した説明から明らかなように本発明によれば、安価なインバータ制御を用いて始動性が良好でかつ高効率な運転が可能な圧縮機駆動装置及び冷凍空調装置を得ることができる。

#### 〔0044〕

また、本発明によれば、安価なインバータ制御を用いて始動性が良好でかつ高効率な運転が可能であると共にインバータ装置が故障しても容易に商用電源による運転を行なうことが可能な信頼性の高い圧縮機駆動装置及び冷凍空調装置を得ることができる。